

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **04-148844**

(43)Date of publication of application : **21.05.1992**

(51)Int.Cl.

G01N 5/02

(21)Application number : **02-274482**

(71)Applicant : **SANYO ELECTRIC CO LTD**

(22)Date of filing : **12.10.1990**

(72)Inventor : **OKANO HIROSHI**

**SHIBATA KENICHI**

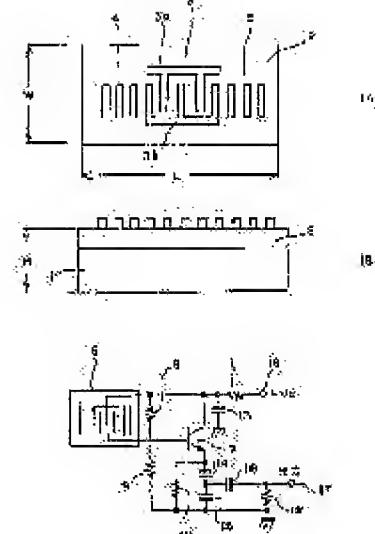
**KUROKI KAZUHIKO**

## (54) OXYGEN GAS SENSOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a compact oxygen gas sensor by providing an interdigital electrode on a zinc oxide thin film formed on a substrate, providing reflecting electrodes on both sides of the interdigital electrode, constituting an acoustic surface wave (SAW) resonator, and detecting the change in resonance strength due to the concentration of oxygen.

**CONSTITUTION:** A single-crystal zinc oxide thin film 2 is formed on a substrate 1 comprising silicon, alumina or the like. An interdigital electrode 3 for exciting and receiving acoustic surface waves is arranged. Reflecting electrodes 4 and 5 are arranged on both sides of the electrode 3. The electrodes 3-5 comprise platinum. A sensor element 6 is constituted in a specified pattern after the film forming on the thin film 2. When a voltage is applied across electrodes 3a and 3b of the electrode 3, the surface acoustic wave is excited, and the reflection is repeated between the right and left electrodes 4 and 5. Thus the standing wave is formed, and the element is operated as the resonator. In an oscillating circuit which is constituted of the element 6, a transistor 7, resistors 8-12 and capacitors 13-16, the output level is changed in response to the concentration of the oxygen at the surface of the thin film 2. Thus, the compact oxygen gas sensor which detects the output level and has high sensitivity at especially low concentration is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## ⑪ 公開特許公報 (A) 平4-148844

⑫ Int. Cl. 5

G 01 N 5/02

識別記号 庁内整理番号

A 7172-2 J

⑬ 公開 平成4年(1992)5月21日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 酸素ガスセンサ

⑮ 特願 平2-274482

⑯ 出願 平2(1990)10月12日

⑰ 発明者 岡野 寛 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内  
 ⑰ 発明者 柴田 賢一 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内  
 ⑰ 発明者 黒木 和彦 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地 三洋電機株式会社内  
 ⑰ 出願人 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目18番地  
 ⑰ 代理人 弁理士 西野 卓嗣 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

酸素ガスセンサ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基板と、該基板上に形成された酸化亜鉛薄膜と、該酸化亜鉛薄膜上に形成されたインターディジタル電極と、該インターディジタル電極の両側に形成された反射電極とよりなるセンサ素子を有し、

前記酸化亜鉛薄膜表面の酸素濃度に応じた該センサ素子の共振強度の変化に基づいて酸素濃度を検出することを特徴とする酸素ガスセンサ。

## 3. 発明の詳細な説明

## (イ) 産業上の利用分野

本考案は高温炉内の酸素ガス分圧を測定する等、高温時の酸素ガス濃度を検出する酸素ガスセンサに関するものである。

## (ロ) 従来の技術

高温で使用される酸素ガスセンサとしては、酸素イオン伝導性ジルコニア固体電解質を用いたも

のが、例えば、1990年4月20日発行の雑誌「ニュートン」別冊「センサの全て」の第188頁に記載されているように公知である。

この酸素ガスセンサは固体電解質の両面にガス透過性のある多孔質の白金電極を設けて構成される。そして、400°C以上に保持した状態で、固体電解質の両側に酸素濃度の異なるガスを供給すると、酸素濃度の高い側から低い側に向かって、酸素がイオンの形で移動し、両電極間に酸素濃度に応じた起電力が発生する。従って、一方の電極側に酸素濃度が既知の気体を用いれば、他方の電極側の酸素濃度が求まる。

この酸素センサはダイナミックレンジが広く、に低濃度まで測定可能である。その測定可能範囲は0.1-100%、測定精度は約±2%である。

しかしながら、センサ素子の大きさが1.0mm×2.0mm×2.0mm程度でやや大きい。

## (ハ) 発明が解決しようとする課題

本発明は従来のジルコニア酸素ガスセンサと同等もしくは、低濃度ではそれ以上の能力を有しな

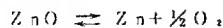
がら、小型化が可能な酸素ガスセンサを提供することを目的とするものである。

#### (二) 課題を解決するための手段

上述の点に鑑み、本発明の酸素ガスセンサは、基板と、この基板上に形成された酸化亜鉛薄膜と、この酸化亜鉛薄膜上に形成されたインターディジタル電極と、このインターディジタル電極の両側に形成された反射電極とを備える弾性表面波共振器を構成し、これをセンサ素子とする。そして、酸化亜鉛薄膜表面の酸素濃度に応じたセンサ素子の共振強度の変化に基づいて酸素濃度を検出することを特徴とするものである。

#### (三) 作用

酸化亜鉛薄膜表面では、表面付近の酸素濃度に応じて次の様な平衡反応が生じている。



そして、酸化亜鉛薄膜表面の酸素濃度が低いと、反応は右辺方向に進み、酸化亜鉛薄膜の結晶中に酸素欠落が生じて電気機械結合係数は低下する。反対に、酸素濃度が高いと、左辺方向に反応

が進むので、結晶中の酸素欠落は減少するので、電気機械結合係数は大きくなる。したがって、電気機械結合係数が変化すると弾性表面共振器の共振強度が変化するので、共振強度の変化に基づいて酸素濃度が検出される。

#### (四) 実施例

以下、図面に基づき本発明の一実施例を説明する。

第1図は本発明の酸素ガスセンサを示す図であり、(A)は正面図、(B)は側断面図である。

同図において、(1)はシリコン、白金またはアルミナ等からなる基板である。(2)は単結晶酸化亜鉛(ZnO)薄膜であり、スパッタ法あるいはイオンプレーティング法により、基板(1)上に形成される。酸化亜鉛薄膜(2)のC軸は基板(1)に対して垂直方向に向いている。膜厚は2~3μmである。

(3)は弾性表面波を励振及び受信するインターディジタル電極、(4)(5)はインターディジタル電極の両側に配置され、インターディジタル電極

— 3 —

— 4 —

(3)の方向へ弾性表面波を反射する反射電極である。これら電極(3)(4)(5)は白金からなり、酸化亜鉛薄膜(2)上に真空蒸着により膜厚1μmの白金膜を成膜した後、フォトリソグラフィーにより所定パターンが形成されている。このセンサ素子の大きさはW1mm×L2mm×H0.5mmである。

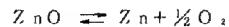
このような構成のセンサ素子は、インターディジタル電極(3)の電極(3a)(3b)間に電圧を印加すると、弾性表面波が励起され、左右の反射電極(4)(5)によって反射され、反射電極(4)(5)間で反射を繰り返すことにより定在波となり共振器として働く。その共振周波数は、インターディジタル電極(3)の電極間ピッチできる。

第2図は、上述の用に構成されたセンサ素子(6)を含む発振回路を示す図である。センサ素子(6)のインターディジタル電極(3)の各電極(3a)(3b)は夫々トランジスタ(7)のコレクタ、ベースに接続されている。(8)(9)(10)(11)(12)は抵抗、(13)(14)(15)(16)はコンデンサ、(17)は出力端子、(18)は直流電圧VCが供給される電源端子で

ある。

出力端子(17)から出力される信号の出力レベルは、センサ素子(6)の酸化亜鉛薄膜(2)の電気機械結合係数により変化する。これは、電気機械結合係数が大きいほど酸化亜鉛薄膜(2)表面を伝播する弾性表面波が励起されやすくなるためである。

酸化亜鉛薄膜(2)の電気機械結合係数は、酸化亜鉛薄膜(2)表面の酸素濃度により変化する。これは酸化亜鉛薄膜(2)表面では次の様な平衡反応が生じているからである。



つまり、酸化亜鉛薄膜(2)表面の酸素濃度が高いと、反応は右辺方向に進み、酸化亜鉛薄膜(2)の結晶中に酸素欠落が生じて電気機械結合係数は低下する。反対に、酸素濃度が高いと、左辺方向に反応が進むので、結晶中の酸素欠落は減少するので、電気機械結合係数は大きくなる。

したがって、第2図の回路構成において、酸化亜鉛薄膜(2)表面の酸素濃度に応じて、出力端子

(17)からの出力レベルが変化する。

第3図は雰囲気温度  $T = 500, 600, 700, 800, 900, 1000^{\circ}\text{C}$  における酸素濃度 (mol%)に対する出力共振レベルの変化量を示す図である。尚、共振周波数は 100 MHz である。

この特性図から明らかのように、酸素濃度が高くなるにつれて、共振レベルが高くなる。したがって、共振レベルから酸素濃度が検出できる。

共振レベルは、酸素濃度が約 3.0 mol% 以上から変化量が少くなり、酸素濃度 5.0 mol% 以上では共振レベルは一定となっている。これは酸素濃度がこの範囲のときは酸化亜鉛薄膜(2)の結晶中の酸素欠落は殆ど無くなるので、電気機械結合係数が一定となるからである。よって、酸素濃度 3.0 mol% 以下では、特に高感度に測定可能となる。

また、雰囲気温度が高くなるほど、共振レベルの変化量は急峻に変化するので、雰囲気温度が高いほど感度が高くなる。

共振レベルは温度により変化するので、実際に

このセンサを使用する際には、あらかじめ共振レベルが一定となる酸素濃度 5.0% 以上の雰囲気ににおける共振レベルを測定し、それとの差から酸素濃度を得る。このような方法で測定した場合、例えば、雰囲気温度 1000°C のときに、5 mol% 以下の低濃度では ± 0.1% 以下の高精度で測定できる。

また、他の方法としては、熱電対等で雰囲気温度を測定して温度補償する方法がある。さらに、センサ素子と隣接して同様のセンサ素子を酸素濃度 5.0 mol% 以上の雰囲気中に密封して、その出力を基準として使用する方法がある。この方法では、さらに高精度に測定することができる。

#### (ト) 発明の効果

以上に説明したように、本発明の酸素ガスセンサは、薄膜の電気機械結合係数の変化に基づく共振強度の変化を利用する弹性表面波共振器型の構造であるので、小型にでき、また特に低い酸素濃度では高感度である。

#### 4. 図面の簡単な説明

— 7 —

— 8 —

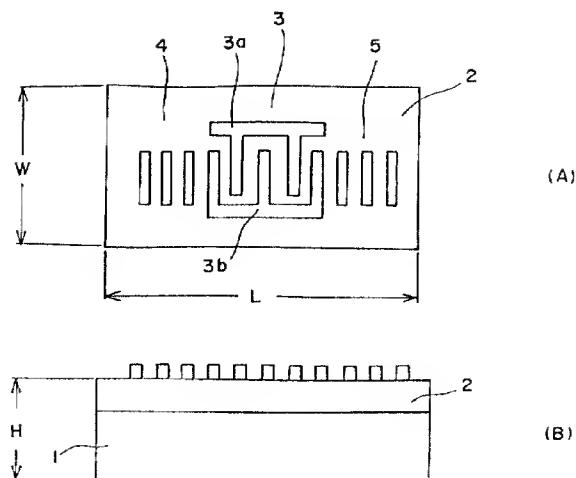
第1図は本発明の酸素ガスセンサの外観を示す図、第2図はその酸素ガスセンサを用いた共振回路を示す図、第3図は本発明の酸素ガスセンサの酸素濃度に対する共振特性を示す図である。

(1)…基板、(2)…酸化亜鉛薄膜、(3)…インタディジタル、(4)(5)…反射電極。

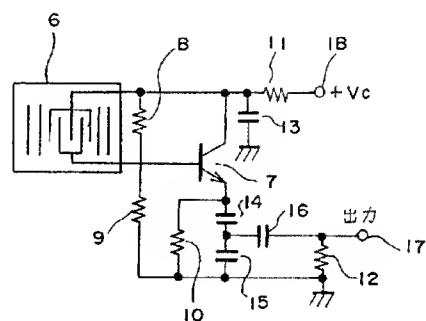
出願人 三洋電機株式会社

代理人 弁理士 西野卓嗣(外 2名)

第1図



第2図



第3図

